Iranian Journal of Animal Science Research
Homepage: http://ijasr.um.ac.ir

Research Paper
Vol. 15, No. 2, Summer 2023, p. 255-269

Evaluation of the Use of Fermented Sunflower Meal in the Diet on Growth Performance, Ileum Microbial Population and Blood Indices in Broiler Chickens

Yousef Dideban[1], Mohammad Kazemifard[2]*, Mansour Rezaei[3], Pouyan Mehraban[4]

Received: 03-05-2022
Revised: 31-10-2022
Accepted: 09-11-2022
Available Online: : 09-11-2022

How to cite this article:
Didheban, Y., Kazemifard, M., Rezaei, M., & Mehraban, P (2023). Evaluation of the use of fermented sunflower meal in the diet on growth performance, ileum microbial population and blood indices in broiler chickens. *Iranian Journal of Animal Science Research*, *15*(2), 255-269.
DOI: 10.22067/ijasr.2022.76845.1078

Introduction: Sunflower meal is considered as an attractive alternative to soybean meal due to its adaptation to dry and temperate climates as well as its lower anti-nutrient content than other oilseeds. Sunflower meal has a limiter that restricts its use in broiler diets. The fiber in sunflower meal has limited its use in the diet of broilers due to reduced metabolic energy as well as production. Fermentation, which uses beneficial microorganisms, can reduce the chemical composition of the feed and increase the yield of broilers by producing enzymes and using fiber as a feed source. In this study, in order to investigate the effect of fermentation on sunflower meal, growth yield, microbial population composition, blood parameters in broiler chickens were performed.

Materials and methods: The research was conducted at the research farm of Sari University of Agricultural Sciences and Natural Resources in 2020. In this study, 200 commercial male Ross 308 broilers were used in a completely randomized design with five treatments, five replications, and eight chickens per replication. The treatments included: 1) Control diet, 2) Diet containing sunflower meal (negative control), 3) Diet containing sunflower meal fermented with *Aspergillus Oryzae*, 4) Diet containing sunflower meal fermented with *Penicillium Funiculosum*, and 5) Diet containing sunflower meal fermented with *Aspergillus Oryzae* and *Penicillium Funiculosum*. Sunflower meal was obtained from Behpak Behshahr (Mazandaran) company, ground in the animal nutrition laboratory of Sari University of Agricultural Sciences and Natural Resources, and sieved to a size of 2 mm. *Aspergillus Oryzae* (PTCC5010) and *Penicillium Funiculosum* (PTCC5301) were purchased as lyophilized vials from the Fungus and Bacteria Collection Center of the Iranian Research Organization for Science and Technology (IROST). During the fermentation process, 1.1 liters of the mixture of distilled water and primer culture (containing at least 10^5 colony forming units per ml) was added to each kilogram of sunflower meal, and the resulting mixture was thoroughly mixed by hand for 15 minutes. The mixture was fermented in special tanks (with a one-way valve to remove the produced gases and prevent air from entering) for 7 days at 30 °C, and finally, the fermented sunflower meal was dried for three days at room temperature. All chickens were kept under the same breeding conditions during the 39-day period and had free access to feed. Experimental diets were adjusted to three periods: initial (1-10 days), growth (11-24), and final (25-39) using Table 1 of the Ross 308 Catalog of Nutritional Requirements for Broilers. The pH of fermented sunflower meal was determined using the Chiang et al. method. Sunflower meal was sampled before and after fermentation to measure dry matter, ash, crude protein

1-Former M.Sc. Student, Department of Animal Science, Faculty of Animal Science and Fisheries, Sari Agricultural Sciences and Natural Sciences University (SANRU), Sari, Iran.
2-Assistant Professor, Department of Animal Science, Faculty of Animal Science and Fisheries, Sari Agricultural Sciences and Natural Sciences University (SANRU), Sari, Iran.
3- Professor, Department of Animal Science, Faculty of Animal Science and Fisheries, Sari Agricultural Sciences and Natural Sciences University (SANRU), Sari, Iran.
4- Assistant Professor, Department of Basic Science, Faculty of Animal Science and Fisheries, Sari Agricultural Sciences and Natural Sciences University (SANRU), Sari, Iran.
*Corresponding Author's Email: mo.kazemifard@gmail.com

by the Kjeldahl method, crude fat by Soxhlet device, and insoluble fibers in acidic detergent and neutral detergent using a fibrotec device. Total amino acid was measured by the ninhydrin method. Soluble sugar was measured by the intron method. Total phenol content was measured using the Folin-Siocalcu reagent and spectrophotometry. Soluble proteins were measured by the Bradford method.

Results and discussion: During the fermentation of sunflower meal, pH, crude fat, soluble protein and soluble sugar decreased. The amount of crude protein, total amino acid, insoluble fiber in acidic detergent, and insoluble fiber in neutral detergent increased. In the whole breeding period, body weight gain was improved in treatments fed with fermented feed. In the treatment of *Aspergillus Oryza* + *Penicillium funiculosum*, feed consumption decreased compared to control, negative control and *Penicillium funiculosum* treatments. The feed conversion ratio increased in the negative control treatment at the age of 1-39 days compared to other treatments. In the ileum, coliform bacteria decreased in negative control treatments, *Aspergillus Oryzae, Aspergillus Oryzae* + *Penicillium funiculosum* compared to the control treatment, but *Penicillium funiculosum* treatment increased compared to other treatments. At 39 days of age, the use of fermented and raw feed increased the level of HDL-c in the negative control and *Aspergillus Oryzae* + *Penicillium funiculosum* treatments. The amount of LDL-c increased in the treatments of *Aspergillus Oryzae* and *Penicillium funiculosum*

Conclusion: Based on the results, the use of fermented feed in the feeding of broiler chickens during the entire breeding period has improved weight gain and feed conversion ratio.

Keywords: *Aspergillus Oryzae*, Feed conversion ratio, Weight Gain, *Penicillium Funiculosum*, Total amino acid

نشریه پژوهشهای علوم دامی ایران
Homepage: http://ijasr.um.ac.ir

مقاله پژوهشی
جلد ۱۵، شماره ۲، تابستان ۱۴۰۲، ص. ۲۶۹-۲۵۵

ارزیابی استفاده از کنجاله آفتابگردان تخمیری در جیره بر عملکرد رشد، جمعیت میکروبی ایلئوم و شاخص‌های خونی در جوجه‌های گوشتی

یوسف دیده‌بان[1]، محمد کاظمی‌فرد[2]*، منصور رضایی[3]، پویان مهربان[4]

تاریخ دریافت: ۱۴۰۱/۰۳/۰۹
تاریخ پذیرش: ۱۴۰۱/۰۸/۰۹

چکیده

تأثیر کنجاله‌آفتابگردان تخمیری بر عملکرد، جمعیت میکروبی و شاخص‌های‌خونی در جوجه‌های گوشتی که با استفاده از ۲۰۰ قطعه جوجه گوشتی‌نر یک‌روزه سویه‌راس ۳۰۸ در قالب طرح کاملاً تصادفی با پنج تیمار و پنج تکرار (هشت قطعه در هر تکرار) به‌مدت ۳۹روزه مورد بررسی قرار گرفت. تیمارها شامل ۱- جیره‌پایه (شاهد)، ۲- جیره حاوی کنجاله آفتابگردان (شاهدمنفی)، ۳- جیره حاوی کنجاله آفتابگردان تخمیری با قارچ *آسپرژیلوس اوریزا* (*آسپرژیلوس اوریزا*)، ۴- جیره حاوی کنجاله آفتابگردان تخمیری با قارچ *پنی‌سیلیوم فونیکولسوم* (*پنی‌سیلیوم فونیکولسوم*)، ۵- جیره حاوی کنجاله آفتابگردان تخمیری با قارچ‌های *آسپرژیلوس اوریزا* و *پنی‌سیلیوم فونیکولسوم* (*آسپرژیلوس اوریزا* + *پنی‌سیلیوم فونیکولسوم*) بود. ترکیبات شیمیایی کنجاله آفتابگردان، خوراک مصرفی، افزایش وزن روزانه، ضریب تبدیل خوراک، جمعیت میکروبی ایلئوم و شاخص‌های خونی اندازه‌گیری شد. طی تخمیر کنجاله آفتابگردان میزان pH، چربی خام، پروتئین محلول و قند محلول کاهش (P<۰/۰۵) یافت. میزان پروتئین خام، اسید آمینه کل، الیاف نامحلول در شوینده اسیدی، الیاف نامحلول در شوینده خنثی افزایش (P<۰/۰۵) یافت. در کل دوره‌های پرورش افزایش وزن بدن در تیمارهای تغذیه شده با خوراک تخمیری بهبود (P<۰/۰۵) یافت. در تیمار *آ سپرژیلوس اوریزا* + *پنی سیلیوم فونیکولو سوم* م صرف خوراک ن سبت به تیمارهای شاهد، شاهد منفی و *پنی سیلیوم فونیکولسوم* کاهش (P<۰/۰۵) یافت. ضریب تبدیل‌خوراک در شاهد منفی در سن ۱ الی ۳۹ روزگی نسبت به سایر تیمارها افزایش (P<۰/۰۵) یافت. در ق سمت ایلئوم نیز باکتری *کلی‌فرم* در تیمارهای شاهد منفی، *آ سپرژیلوس اوریزا*، *آ سپرژیلوس اوریزا* + *پنی سیلیوم فونیکولو سوم* ن سبت به شاهد کاهش (P<۰/۰۵) داشت، ولی تیمار پنی‌سیلیوم *فونیکولسوم* نسبت به سایر تیمارها افزایش (P<۰/۰۵) داشت. در ۳۹ روزگی استفاده از خوراک تخمیری و خام موجب افزایش میزان HDL-c در تیمارهای شاهد منفی و *آ سپرژیلوس اوریزا* + *پنی سیلیوم فونیکولو سوم* (P<۰/۰۵) شد. میزان LDL- c در تیمارهای *آسپرژیلوس اوریزا و پنی‌سیلیوم فونیکولسوم* افزایش (P<۰/۰۵) یافت. براساس نتایج حاصل، استفاده از خوراک تخمیری در تغذیه جوجه‌های گوشتی در کل دوره پرورش باعث بهبود افزایش وزن و ضریب تبدیل خوراک شده است.

واژه‌های کلیدی: اسید آمینه کل، افزایش وزن، *آسپرژیلوس اوریزا*، *پنی‌سیلیوم فونیکولسوم*، ضریب تبدیل خوراک.

مقدمه

ترکیب خوراک مورد استفاده در تغذیه جوجه‌های گوشتی جهت بهبود عمکلرد و کاهش هزینه‌های جیره و همچنین کیفیت خوراک در پرورش طیور حائز اهمیت می باشد (Hosseini *et al*., 2016; Pirsaraei *et al*., 2011). صنعت طیور بسیار متکی به کنجاله سویا

۱- دانش آموخته کارشناسی ارشد رشته تغذیه طیور، دانشکده علوم دامی و شیلات، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری، ایران.
۲- دانشیار گروه علوم دامی، دانشکده علوم دامی و شیلات، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری، ایران.
۳- استاد گروه علوم دامی، دانشکده علوم دامی و شیلات، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری، ایران.
۴- استادیار گروه علوم پایه، دانشکده علوم دامی و شیلات، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری، ایران.
(*- نویسنده مسئول: Email: mo.kazemifard@gmail.com)

DOI: 10.22067/ijasr.2022.76845.1078

به‌عنوان منبع پروتئین در خوراک طیور ا ست. طی سال‌های اخیر، نیاز به جایگزین منا سب و مقرون به صرفه با ارزش غذایی منا سب به‌ویژه در مناطقی که دسترسی به کنجاله سویا با محدودیت‌های روبرو است، برای تولید جوجه‌های گو شتی افزایش یافته ا ست (Karkelanov *et al*., 2020; Waititu *et al*., 2018). کنجاله آفتابگردان با توجه به قابلیت رشـــد در آب و هوای خشـــک می‌تواند در مناطق فاقد قابلیت کشـت کنجاله سـویا جایگزین مناسـبی باشـد (Khakwani *et al*., 2014). اسـتفاده از کنجاله آفتابگردان در جیره جوجه‌های گوشـتی در سطح ۱۴ در صد بر عملکرد و سایر پارامترها بدون تأثیری منفی مورد ا ستفاده قرار گرفت (Moghaddam *et al*., 2012). سنکویلو و دیل (Senkoylu and Dale, 2006) بیان کردند که مقادیر بسـیار زیادی کنجاله آفتابگردان به‌عنوان خوراک حجیم می‌باشـــد و ممکن اســـت منجر به رقیق شدن مواد مغذی در جیره غذایی جوجه‌های جوان شده. همچنین افزودن کنجاله آفتابگردان تا ســـطح ۴۶/۴ درصـــد در جیره آغازین جوجه‌های گوشـــتی جوان باعث کاهش وزن بدن، مصـــرف خوراک و افزایش ضــریب تبدیل خوراک می‌شــود (Senkoylu and Dale, 2006). اســـتفاده از کنجاله آفتابگردان در جیره جوجه‌های گوشـتی به‌دلیل اینکه دارای سـلولز زیاد و مقدار لیزین کم می‌باشـد، محدود است. امّا حاوی ترکیبات ضد تغذیه‌ای کمتری می‌باشد و میزان کلسیم، فسفر و متیونین زیاد ا ست (Tüzün *et al*., 2020). گزارش شده ا ست که کنجاله آفتابگردان را پلی ساکاریدهای غیر نشا سته‌ای محلول ۴/۵ در صد و پلی ساکاریدهای غیر نشا سته‌ای نامحلول ۲۳/۱ درصـد آن را تشـکیل می‌دهد (Dusterhoft *et al*., 1992). علاوه‌بر فیبر خام زیاد، کنجاله آفتابگردان حاوی محتوای از مواد دیواره سلولی اســـت که می‌تواند بر قابلیت هضـــم جیره غذایی تأثیر منفی بگذارد (Alagawany *et al*., 2015). با وجود این، دســـتگاه گوارش طیور پتانسیل ضعیفی برای تولید آنزیم‌های هضم‌کننده پلی ساکاریدهای غیر نشا سته‌ای مانند سلولز، گلوکان، زایلان دارد (Alagawany *et al*., 2017). تحقیقات نشـان می‌دهد که تخمیر می‌تواند با افزایش در دســـترســـی به پروتئین و کاهش محتوای ترکیبات نامطلوب در مواد غـذایی، موجـب بهبود ارزش تغـذیـه‌ای جیره‌هـای غـذایی شـــود (Aljubori *et al*., 2017). خوراک‌های تخمیر شــده موجب افزایش ریزجانداران مفیدی برای بهبود عملکرد پروبیوتیک در دستگاه گوارش می‌شـــوند (Boroojeni *et al*., 2017). قارچ‌های رشـــته‌ای برای فرآیندهای تخمیر حالت جامد ارجحیت دارند، عمدتاً به‌دلیل توانایی آن‌ها برای رشد بر روی بسترهای با آب، نفوذ میسلیوم آن‌ها به بستر جامد، و تولید اگزوآنزیم‌ها (به‌عنوان مثال، آنزیم‌های آمیلولیتیک و سلولزولتیک)، که تجزیه پلی‌ساکاریدها (منبع اصلی کربن که اغلب در بسـترهای جامد) اسـت را بر عهده دارند (Paulová *et al*., 2013). اکثر قارچ‌های سلولولیتیک مانند *تریکودرما*، *آسپرژیلوس*، *پنی‌سیلیوم* و غیره، تمام سـه جزء سـلولاز را تولید می‌کنند (Sukumaran *et al*., 2009). مطالعات آزمایشـگاهی نشـان داده اسـت قارچ رشـته‌ای *پنی سیلیوم فونیکولسوم* پتانسیل بالایی برای تولید سلولاز دارد، که حاوی یک مقدار متعادل از فعالیت‌های آنزیمی اصلی است (Maeda *et al*., 2010). همچنین قارچ *آسـپرژیلوس اوریزا* در تولید آنزیم‌های صـنعتی برای فرآوری مواد غذایی استفاده شده است و به‌عنوان یک ریزجاندار مفید در نظر گرفته می‌شود (Gomi, 2014). بنابراین، با توجه به اینکه تاکنون تحقیقات اندکی بر تخمیر کنجاله آفتابگردان و تأثیر آن بر جوجه‌های گوشتی بررسی شده است، مطالعه حاضر به‌منظور بررسی خصـــوصـــیات شـــیمیایی و بیولوژیکی کنجاله آفتابگردان تخمیری با اســـتفاده از قارچ *آســـپرژیلوس اوریزا* و *پنی‌ســـیلیوم فونیکولســـوم* بر عملکرد، جمعیت میکروبی ایلئوم و شـــاخص‌های خونی در جوجه‌های گوشتی انجام شد.

مواد و روش‌ها

مراحل پژوهش و آزمایش‌های مرتبط با پژوهش حاضـر در مزرعه تحقیقاتی دانشـگاه علوم کشـاورزی و منابع طبیعی سـاری در سـال ۱۳۹۹ انجام شد. در این پژوهش، از ۲۰۰ قطعه جوجه گوشتی‌نر سویه تجاری راس ۳۰۸ در قالب طرح کاملاً تصـــادفی با پنج تیمار و پنج تکرار و هشت قطعه جوجه در هر تکرار استفاده شد. تیمارها شامل ۱- جیره پایه (شـاهد)، ۲- جیره حاوی کنجاله آفتابگردان (شـاهد منفی)، ۳- جیره حاوی کنجاله آفتابگردان تخمیر شـــده با قارچ *آســـپرژیلوس اوریزا*، ۴- جیره حاوی کنجاله آفتابگردان تخمیر شـــده با قارچ *پنی سیلیوم فونیکولسوم* و ۵- جیره حاوی کنجاله آفتابگردان تخمیر شده با قارچ‌های *آسپرژیلوس اوریزا* و *پنی‌سیلیوم فونیکولسوم* در نظر گرفته شد. کنجاله آفتابگردان از شرکت بهپاک بهشهر (مازندران) تهیه و به آزمایشگاه تغذیه دام دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری منتقل و سـپس با آسـیاب آزمایشـگاه کنجاله آفتابگردان به اندازه دو میلی‌متر آسـیاب شـد. قارچ *آسـپرژیلوس اوریزا* (PTCC5010) و *پنی سـیلیوم فونیکولسـوم* (PTCC5301) به‌شـکل ویال لیوفیلیزه از مرکز کلکسیون قارچ و باکتری سازمان پژوهش‌های علمی و صنعتی ایران[1] (IROST) خریداری شـد. ویال حاوی قارچ *پنی‌سـیلیوم فونیکولسـوم* مذکور در شرایط استریل شکسته شد، همچنین قارچ *آسپرژیلوس اوریزا* نیز در شرایط استریل شکسته شد و در پلیت‌های حاوی محیط کشت PDA[2] کشت داده شد. سپس پلیت‌ها در انکوباتور به‌مدت ۱۵ روز، در دمای ۲۵ درجه سانتی‌گراد نگهداری شدند تا قارچ‌های مذکور

1- Iran Research Organization Scientific and Technology

2- Potato Dextro Agar

ر شد و ا سپور تولید کردند. در مرحله عملیات تخمیر به هر کیلوگرم از کنجاله آفتابگردان، ۱/۱ لیتر از ترکیب آب مقطر و کشـــت آغازگر (حاوی حداقل ۱۰^۵ واحد تشـکیل کلنی در میلی‌لیتر) اضـافه و به‌مدت ۱۵ دقیقه با دسـت کاملاً مخلوط شـد. مخلوط حاصـل درون مخازن ویژه (دارای سـوپاپ یک‌طرفه جهت خروج گازهای تولید شـده و ممانعت از ورود هوا) به‌مدت هفت روز در دمای ۳۰ درجه سـانتی‌گراد تخمیر شد، و در نهایت، کنجاله آفتابگردان تخمیر شده به‌مدت سه روز در دمای محیط خشک شد (Hassaan *et al*., 2018). جیره آزمایشی با ا ستفاده از جدول۱ احتیاجات غذایی راهنمای سویه راس ۳۰۸ برای پرورش جوجه‌های گوشـتی به سـه دوره آغازین (۱ الی ۱۰ روزگی)، رشـد (۱۱ الی ۲۴) و پایانی (۲۵ الی ۳۹) تنظیم شـدند. برای تعیین پی‌اچ قبل و بعد از تخمیرکنجاله آفتابگردان از روش چیانگ و همکاران (Chiang *et al*., 2009) ا ستفاده شد، از کنجاله آفتابگردان قبل و بعد از تخمیر نمونه‌گیری انجام شـد و برای اندازه‌گیری ماده خشک، خاکستر، پروتئین‌خام با روش کلدال و چربی‌خام با ا ستفاده از د ستگاه سوکسله (AOAC, 2000) و همچنین مقدار الیاف نامحلول در شوینده ا سیدی، الیاف نامحلول در شوینده خنثی نیز با ا ستفاده از د ستگاه فیبروتک، اندازه‌گیری شد (Van Soest, 1963). اندازه‌گیری ا سید آمینه کل به‌و سیله ناین هیدرین (Yemm *et al*., 1955) انجام شـد. اندازه‌گیری قند محلول به‌وسـیله انترون (McCready *et al*., 1950) انجام شـد. میزان فنل کل نیز با اسـتفاده از معرف فولین سیوکالچو و د ستگاه ا سپکتروفتومتری سنجیده شد (Meda *et al*., 2005). انـدازه گیری پروتئین‌هـای محلول بـه‌روش برد فورد (Bradford, 1967) انجام شد.

عملکرد

شرایط پرورش در طول دوره ۳۹روزه برای همه جوجه‌ها یک سان و دسترسی به خوراک به‌صورت آزاد در نظر گرفته شد. خوراک‌های هر تکرار قبل از مصرف، وزن شده و با مشخص کردن وزن خوراک‌های باقی‌مانده در پایان هر دوره، در نهایت مقدار خوراک مصرفی هر تیمار برای پایان هر دوره و همچنین کل دوره محاسـبه گردید. وزن کشـی جوجه‌ها به صورت دوره‌ای انجام شد و افزایش وزن و ضریب تبدیل خوراک دوره‌های آغازین، رشد، پایانی و کل دوره تعیین گردید.

جمعیت میکروبی در روده دستگاه گوارش

نمونه ایلئوم در شرایط ا ستریل در طول ک شتار جمع‌آوری شده و در دمای ۲۰- درجه سانتی‌گراد تا شمارش جمعیت باکتری نگهداری شـدند. برای شـمارش باکتری‌ها، محتویات ایلئوم یخزده ذوب شـده، سـپس یک گرم محتویات هضـم ایلئوم به لوله‌های آزمایش اسـتریل تخلیه و بلافاصـله با اسـتفاده از روش رقت ۱۰ برابر تا ۱۰^{-۹} با آب مقطر ا ستریل دی یونیزه رقیق شد. پس از آن رقت‌ها برای شمارش باکترهای هدف از هر نمونه با سـه تکرار در محیط کشـت‌های اختصاصی، کشت داده شدند. به‌طور اختصاصی باکتری‌های هوازی کل، کلی‌فرم، گونه های *لاکتوباسـیلوس* به‌ترتیب در محیط های Nutrient agar، MacConkey agar، MRS agar به‌روش استاندارد کشت داده شدند. سپس پتری‌ها در دمای ۳۵ درجه سانتی‌گراد به‌مدت ۲۴ تا ۷۲ ساعت انکوبه شده و کلنی‌ها شمارش شدند. و میانگین سه تکرار به‌صورت $\log_{10}$CFU/g بیان شدند (Gungor *et al*., 2021).

اندازه‌گیری پلاسمای خون

در روز ۳۹ پرورش، خون‌گیری از سیاهرگ بال یک قطعه پرنده از هر تکرار به‌صـورت تصـادفی انجام شـد. پس از انتقال خون‌ها به آزمایشـگاه جهت جدا کردن پلاسـما از خون نمونه‌های خونی به‌مدت ۱۰ دقیقه با دور ۳۰۰۰ در دقیقه سانترفیوژ شد و تا زمان انجام آزمایش در یخچال و با دمای ۲۰- درجه سـانتی‌گراد نگهداری شـد. غلظت گلوکز، تری‌گلیسرید، کلسترول کل، کلسترول لیپوپروتئین با چگالی بـالا (HDL-c)، کلسـترول لیپوپروتئین بـا چگـالی‌کم (LDL-c)، لیپوپروتئین با چگالی بسـیار کم (VLDL-c) در نمونه‌های پلاسـما با اسـتفـاده از آنـالایزر (Automatic Biochemical Analyzer, Mindray. BS-120) تجزیه و تحلیل شد.

آنالیز آماری

داده‌های حاصـل با اسـتفاده از نرم‌افزار آماری SAS (SAS, 2004)، براساس رویه GLM مورد تجزیه آماری قرار گرفتند و برای مقایسـه میانگین‌ها از آزمون چند دامنه دانکن در سـطح معنی‌داری ۰/۰۵ استفاده شد.

معادله (۱) $$Yij = \mu + Ti + eij$$

که در این معادله، Yij: مقدار هر مشـاهده μ: میانگین جامعه Ti: اثر تیمارها و eij: خطای آزمایشی می‌باشند.

نتایج و بحث

نتایج مربوط به تأثیر تیمارهای آزمایشـی بر ترکیبات تغذیه‌ای و پی‌اچ کنجاله آفتابگردان خام و تخمیر شـده در جدول ۲ ارائه شـده اسـت. تخمیر موجب افزایش پروتئین‌خام، الیاف نامحلول در شـوینده اسید، الیاف نامحلول در شوینده خنثی و اسیدآمینه کل (P<۰/۰۵) شد، همچنین تخمیر کنجاله آفتابگردان موجب کاهش عصـاره‌اتری، پروتئین محلول، قندهای محلول و پی‌اچ (P<۰/۰۵) شد. محتوای ماده خشک، خاکستر و فنل کل تحت تأثیر تخمیر (P>۰/۰۵) قرار نگرفت.

جدول ۱- ترکیب جیره‌های آزمایشی و محتویات مواد مغذی محاسبه شده

Table 1- Composition of experimental diets and calculated nutrient contents

	۱ تا ۱۰ روزگی آغازین Starter 1-10 d					۱۱ تا ۲۴ روزگی رشد Grower 11-24 d					۲۵ تا ۳۹ روزگی پایانی Finisher 25-39 d				
اجزاء (درصد) Ingredients (%)	CSBM[1]	SFM[2]	FAO[3]	FPF[4]	FAP[5]	CSBM[1]	SFM[2]	FAO[3]	FPF[4]	FAP[5]	CSBM[1]	SFM[2]	FAO[3]	FPF[4]	FAP[5]
ذرت Corn	49.54	45.09	45.40	45.40	45.40	51.76	46.61	46.80	46.80	46.80	59.13	49.41	50.82	50.82	50.82
کنجاله سویا Soybean meal	42.88	40.14	39.71	39.71	39.71	38.68	32.30	32.13	32.13	32.13	32.18	23.27	22.16	22.16	22.16
کنجاله آفتابگردان Sunflower Meal	_	6	_	_	_	_	12	_	_	_	_	18	_	_	_
کنجاله آفتابگردان تخمیری Fermented Sunflower meal	_	_	6	6	6	_	_	12	12	12	_	_	18	18	18
روغن سویا Soybean oil	2.98	4.20	4.29	4.29	4.29	4	5.07	5.04	5.04	5.04	3.50	5.72	5.16	5.16	5.16
دی کلسیم فسفات Dicalcium phosphate	1.91	1.91	1.91	1.91	1.91	1.67	1.65	1.65	1.65	1.65	1.45	1.43	1.44	1.44	1.44
ماسه شسته شده Inert	_	_	_	_	_	1.50	_	_	_	_	1.50	_	_	_	_
کربنات کلسیم Limestone	1.17	1.15	1.15	1.15	1.15	1.06	1.03	1.03	1.03	1.03	0.96	0.92	0.92	0.92	0.92
نمک Salt	0.41	0.39	0.39	0.39	0.39	0.39	0.34	0.34	0.34	0.34	0.37	0.29	0.29	0.29	0.29
دی- ال متیونین DL methionine	0.34	0.33	0.33	0.33	0.33	0.28	0.26	0.26	0.26	0.26	0.24	0.21	0.21	0.21	0.21
مکمل معدنی Mineral premix[1]	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25
مکمل ویتامینه Vitamin premix[2]	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25
ال- لیزین L- Lysine	0.20	0.23	0.24	0.24	0.24	0.13	0.21	0.21	0.21	0.21	0.15	0.25	0.29	0.29	0.29
ال- ترئونین L-Theronine	0.07	0.07	0.08	0.08	0.08	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.02	0.01	0.21	0.21	0.21

ادامه جدول ۱ – ترکیب جیره‌های آزمایشی و محتویات مواد مغذی محاسبه شده

Continuation of table 1- Composition of experimental diets and calculated nutrient contents

ترکیبات شیمیایی (درصد) Chemical composition (%)															
انرژی قابل متابولیسم Metabolizable energy (kcal/kg)	2900	2900	2900	2900	2900	2950	2950	2950	2950	2950	3000	3000	3000	3000	3000
پروتئین خام Crude protein %	22.24	22.24	22.24	22.24	22.24	20.5	20.5	20.5	20.5	20.5	18.27	18.27	18.27	18.27	18.27
چربی خام Ether extract %	5.20	6.38	6.48	6.48	6.48	6.27	7.40	7.37	7.37	7.37	6	8.23	7.26	7.26	7.26
لیزین Lysine%	1.39	1.39	1.39	1.39	1.39	1.23	1.23	1.23	1.23	1.23	1.09	1.09	1.09	1.09	1.09
متیونین Methionine %	0.65	0.65	0.65	0.65	0.65	0.57	0.57	0.57	0.57	0.57	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50
متیونین + سیتین Methionine + cysteine %	1.04	1.04	1.04	1.04	1.04	0.94	0.94	0.94	0.94	0.94	0.85	0.85	0.85	0.85	0.85
ترئونین Threonine %	0.94	0.94	0.94	0.94	0.94	0.84	0.84	0.84	0.84	0.84	0.73	0.73	0.73	0.73	0.73
کلسیم Calcium %	0.93	0.93	0.93	0.93	0.93	0.83	0.83	0.83	0.83	0.83	0.74	0.74	0.74	0.74	0.74
فسفر قابل دسترس Available P %	0.46	0.46	0.46	0.46	0.46	0.41	0.41	0.41	0.41	0.41	0.37	0.37	0.37	0.37	0.37
فیبر Fiber%	4.09	5.24	5.15	5.15	5.15	3.84	6.16	6.03	6.03	6.03	3.55	7.03	6.80	6.80	6.80

[۱] مکمل ویتامینی در هر کلیو گرم جیره مواد زیر را تأمین می‌کرد: ویتامین A (رتینول) ۲/۴، میلی‌گرم؛ ویتامین D3 (کوله کلسیفرول)، ۷۵ میلی‌گرم؛ ویتامین E (دی- ال- آلفا توکوفرول)، پنج میلی‌گرم؛ ویتامین K3 (منادیون) ۲/۲ میلی‌گرم؛ ویتامین B1 (تیامین)، ۱/۵ میلی‌گرم؛ ویتامین B2 (ریبوفلاوین)، ۴/۰ میلی‌گرم؛ ویتامین B3 (نیاسین)، هشت میلی‌گرم؛ ویتامین B5 (اسید پانتوتنیک)،۳۵/۰ میلی‌گرم؛ ویتامین B6 (پیرویدکسین)، ۲/۵ میلی‌گرم؛ ویتامین B9 (اسید فولیک)، ۰/۵ میلی‌گرم؛ ویتامین B12 (سیانوکوبالامین)، ۱۰/۰ میلی‌گرم؛ ویتامین H (بیوتین)، ۰/۱۵ میلی‌گرم؛ کولین کلراید، ۵۰ میلی‌گرم.

[۲] مکمل معدنی در هر کلیو گرم جیره مواد زیر را تامین میکرد:روی (سولفات روی)،۶۴/۰ میلی‌گرم؛ منگنز (سولفات منگنز) ۸۰/۰ میلی‌گرم؛ سلنیوم (سلنیت سدیم)، ۰/۳ میلی‌گرم؛ ید، ۱میلی‌گرم؛ مس (سولفات مس)، ۶/۰ میلی‌گرم؛ آهن (سولفات آهن)، ۷۵/۰ میلی‌گرم.

CSBM[۱]: جیره پایه (شاهد) SFM[۲]: جیره حاوی کنجاله آفتابگردان (شاهد منفی) FAO[۳]: جیره حاوی کنجاله آفتابگردان تخمیری با *قارچ‌آسپرژیلوس اوریزا (آسپرژیلوس اوریزا)* FPF[۴]: جیره حاوی کنجاله آفتابگردان تخمیری با قارچ *پنی‌سیلیوم فونیکولسوم(پنی‌سیلیوم فونیکولسوم)* FAP[۵]: جیره حاوی کنجاله آفتابگردان تخمیری از قارچ‌های *آسپرژیلوس اوریزا* و *پنی‌سیلیوم فونیکولسوم (آسپرژیلوس اوریزا+ پنی‌سیلیوم فونیکولسوم)*

[1] Provided in kg of diet: vitamin A (all-trans-retinol), 8,800 IU; vitamin D3 (cholecalciferol), 3,300 IU; vitamin E (DL-α-tocopheryl acetate), 18.5 IU; vitamin K3 (menadione), 2.2 mg; vitamin B1 (thiamin), 2.2 mg; vitamin B2 (riboflavin), 5.5 mg; vitamin B3 (niacin), 28.0 mg; vitamin B5 (pantothenic acid), 6.6 mg; vitamin B6 (pyridoxine), 3.5 mg; vitamin B9 (folic acid), 0.7 mg; vitamin B12 (cyanocobalamin), 0.02 mg; vitamin H2 (biotin), 0.05 mg; antioxidant 1.0 mg.

[2].Provided (mg/kg of diet): Mn (manganese sulfate) 80.0, Fe (iron sulfate) 75.0, Zn (zinc sulfate) 64.0, Cu (copper sulfate) 6.0, Se (Sodium Selenite) 0.3.

CSBM[1]: Positive control ؛ SFM[2]: Negative control FAO[3]: Fermented *Aspergillus Oryzae* FPF4: Fermented with *Penicillium Funiculosum* FAP[5]: Fermented with *Aspergillus Oryzae* and *Penicillium Funiculosum*

جدول ۲- ترکیب شیمیایی کنجاله آفتابگردان و کنجاله آفتابگردان تخمیر شده (٪ بر اساس ماده خشک)

Table 2- Chemical composition of Sunflower meal and fermented Sunflower meal (%, dry matter basis)

موارد Items	تیمار Treatment				SEM	P-value
	SFM[1]	FAO[2]	FPF[3]	FAP[4]		
ماده خشک (درصد) Dry matter (%)	93.0	92.4	92.9	92.8	0.151	0.105
پروتئین خام (درصد) Crude protein (%)	27.9[b]	29.3[a]	29.1[a]	29.5[a]	0.309	0.028
عصاره اتری (درصد) Ether extract (%)	0.922[a]	0.280[b]	0.251[b]	0.226[b]	0.031	<0.0001
الیاف نامحلول در شوینده اسیدی (درصد) ADF[1] (%)	27.1[b]	29.0[ab]	29.7[a]	31.2[a]	0.689	0.018
الیاف نامحلول در شوینده خنثی (درصد) NDF[2] (%)	53.8[ab]	54.4[a]	54.8[a]	53.2[b]	0.296	0.021
خاکستر Ash (%)	6.01	5.98	6.02	6.21	0.121	0.554
پروتئین‌محلول (میکرو گرم/ گرم) Soluble protein (µg/g)	209[a]	86.7[c]	100[b]	99.0[b]	1.67	<0.0001
قندمحلول (میکروگرم/گرم) Soluble Sugars[1] (µg/g)	245[a]	116[b]	119[b]	127[b]	5.59	<0.0001
اسیدآمینه‌کل (میکرو مول/گرم) Total amino acid (µg/g)	24.4[c]	104[a]	72.9[b]	106[a]	1.30	<0.0001
فنول‌کل (میکرو گرم/گرم) Total phenol (µg/g)	97.0	97.0	90.3	91.7	2.57	0.208
پی‌اچ pH	5.76[a]	4.50[c]	4.56[b]	4.50[c]	0.010	<0.0001

[a b c] در هر ردیف، میانگین‌هایی که حرف لاتین مشترک ندارند، دارای اختلاف معنی‌داری در سطح ۰/۰۵ می‌باشد.
SEM: انحراف معبار میانگین‌ها
[۱] SFM : کنجاله آفتابگردان خام [۲] FAO: کنجاله آفتابگردان تخمیر شده با *قارچ آ سپرژیلوس اوریزا* [۳] FPF : کنجاله آفتابگردان تخمیر شده با قارچ *پنی سیلیوم* فونیکولسوم [۴] FAP: کنجاله آفتابگردان تخمیر شده با قارچ‌های *آسپرژیلوس اوریزا* و *پنی‌سیلیوم فونیکولسوم*

[a,b,c] Means within same row with different superscripts differ (P<0.05).
SEM: pooled standard error of mean
[1] ADF: Acid Detergent Fibre
[2] NDF, Neutral Detergent Fibre
SFM[1]: Sunflower Meal؛ FAO[2]: Fermented with *Aspergillus Oryzae*؛ FPF[3]: Fermented with *Penicillium Funiculosum* ؛FAP[4]: Fermented with *Aspergillus Oryzae* and *Penicillium Funiculosum*

تخمیر حالت جامد می‌تواند باعث بهبود ترکیبات غذایی مواد تخمیری شود (Cao *et al*.,2012). مشابه با نتایج تحقیق تخمیر تفاله انگور (Gungor *et al*., 2021) و تخمیر کیک کلزا (Dražbo *et al*., 2018) موجب افزایش پروتئین خام و فیبر خام بعد از تخمیر را گزارش کردند. افزایش پروتئین‌خام را می‌توان به آنزیم‌های تولید شده و یا میسلیوم توسط ریزجانداران نسبت داد (Gungor *et al*., 2021). میسلیوم همچنین ممکن است دلیل افزایش میزان فیبر در کنجاله آفتابگردان تخمیری باشد زیرا دیواره سلولی آن غنی از پلی ساکاریدهای مختلف است (Beauvais *et al*., 2014). مطابق با نتایج مطالعه حاضر حسن و همکاران (Hassaan *et al*., 2018) گزارش کردند، تخمیر کنجاله آفتابگردان موجب افزایش اسیدهای آمینه شد.

تنگ و همکاران (Teng *et al*., 2010) گزارش داد که محتوای پروتئین خام با تخمیر باکتریایی یا قارچی، که این ریزجانداران به عنوان منبع خوبی از آنزیم‌ها انواع مختلفی از پروتئازها از جمله آمینوپپتیدازها، اندوپپتیدازهای را ترشح می‌کنند، باعث تجزیه پروتئین و افزایش اسیدهای آمینه می‌شود. مطابق با نتایج مطالعه حاضر، تخمیر تفاله انگور (Gungor *et al*., 2021) و تخمیر دانه انگور (Altop *et al*., 2018) موجب کاهش عصاره اتری شد. قارچ *آسپرژیلوس اوریزا* توانایی استفاده از چربی‌ها را دارد (Yano *et al*.,2008). اساساً ریزجانداران از چربی‌ها به‌عنوان منبع انرژی (Nasseri *et al*., 2011; Yano *et al*., 2008) و یا از اسکلت کربنی آن‌ها برای ساخت پروتئین سلولی بهره می‌برند (Oseni, 2011)،

بنابراین با توجه به این موضوع، کاهش چربی خام در کنجاله آفتابگردان تخمیری دور از انتظار نیست. مشابه با نتایج تحقیق، تخمیر کنجاله پنبه دانه میزان پی‌اچ را کاهش داد (Jazi *et al*., 2017). کاهش پی‌اچ از ۵/۷۶ به حدود ۴/۵ که در طول تخمیر رخ داده است به احتمال زیاد نتیجه افزایش غلظت اسیدهای آلی است (Chiang *et al*., 2009). افزایش اسیدهای آلی احتمالاً به‌دلیل فعالیت میکروبی، تبدیل برخی از کربوهیدرات‌ها به اسیدهای آلی مانند اسید لاکتیک می‌باشد (Rai *et al*., 2010). مشابه نتیجه مطالعه حاضر، درازبو و همکاران (۲۰۱۸) گزارش کردند تخمیر کنجاله کیک کلزا موجب کاهش کربوهیدرات (۹/۲۲ به ۵/۴۸) شد (Drażbo *et al*., 2018). در تخمیر حالت جامد، ریزجانداران می‌توانند از بستر به‌عنوان منبع کربن و انرژی استفاده کنند،که موجب کاهش میزان قند محلول پس از تخمیر می‌شود (Hu *et al*., 2016). فرآیند تخمیر می‌تواند اثرات متعددی بر روی فنل‌ها داشته باشد که منجر به تغییرات در تشکیل مونومرها یا پلیمرهای بعدی می‌شود (Adebo and Meza, 2020). بر خلاف تحقیق حاضر، سالار و همکاران (Salar *et al*., 2016) افزایش فنل کل را در طی تخمیر گزارش کردند. علت افزایش فنل‌ها را به سنتز ترکیبات زیست‌فعال جدید و آزادسازی فنل‌ها به‌دلیل تجزیه ساختاری دیواره سلولی پس از تخمیر نسبت دادند. ولی با توجه به اینکه قارچ‌های مورد استفاده در تحقیق حاضر نتوانسته‌اند ترکیبات فیبری را تجزیه کنند، بنابراین عدم تغییر در فنل کل را می‌تواند توجیه نمود.

نتایج مربوط به تأثیر تیمارهای آزمایشی بر افزایش وزن، مصرف خوراک و ضریب تبدیل خوراک در جدول ۳ ارائه شده است. استفاده از کنجاله آفتابگردان تخمیری در دوره آغازین موجب بهبود افزایش وزن شد ($P<0.05$). همچنین در دوره‌های رشد، دوره پایانی و کل دوره تیمار تغذیه شده با SFM موجب کاهش وزن شد ($P<0.05$). استفاده از کنجاله آفتابگردان تخمیر شده با قارچ *پنی‌سیلیوم فونیکولسوم* موجب بهبود افزایش وزن ($P<0.005$) در تیمار FPF در دوره پایانی شد. استفاده از کنجاله آفتابگردان تخمیری و خام تأثیر بر مصرف خوراک در دوره‌های آغازین، رشد و پایانی ($P>0.05$) نداشت، ولی در کل دوره پرورش تیمار FAP نسبت به تیمار CSBM و FAF ($P<0.05$) موجب کاهش مصرف خوراک شد. استفاده از کنجاله آفتابگردان تخمیری موجب بهبود ضریب تبدیل خوراک نسبت به SFM در دوره‌های آغازین، رشد، پایانی و کل دوره پرورش ($P<0.05$) شد.

مطالعات با استفاده از کنجاله آفتابگردان نشان می‌دهد که سطح بالای کنجاله آفتابگردان باعث کاهش عملکرد رشد جوجه‌ها می شود. در همین راستا، وایتتی و همکاران (Waititu *et al*., 2018) گزارش کردند، استفاده از کنجاله آفتابگردان با پروتئین بالا موجب کاهش وزن شد. آلاگاونی و همکاران (Alagawany *et al*., 2017) گزارش کردند، جایگزین بیشتر از ۵۰ الی ۷۵ درصد کنجاله آفتابگردان با کنجاله سویا در تغذیه جوجه‌های گوشتی، موجب کاهش معنی‌دار وزن بدن شد. توزون و همکاران (Tüzün *et al*., 2020) گزارش کردند، در طول آزمایش بلدرچین‌های تغذیه شده با کنجاله آفتابگردان، وزن بدن معمولاً با افزایش سطح کنجاله آفتابگردان، به‌ویژه در ۱۵ و ۲۰ درصد، کاهش می یابد. کاهش عملکرد با کنجاله آفتابگردان در جوجه‌های در حال رشد در مطالعه حاضر ممکن است به‌دلیل محتوای فیبر زیاد در این کنجاله آفتابگردان باشد. کنجاله آفتابگردان حاوی فیبر بسیار نامحلول است. به‌دلیل عبور سریع فیبر نامحلول از سیستم گوارش و کوتاهی طول دستگاه گوارش است، بنابراین خوراک هضم شده برای مدت کوتاهی در روده می‌ماند و در نتیجه، منجر به جذب کم مواد مغذی مورد نیاز رشد می شود (Tüzün *et al*., 2020). جزی و همکاران (Jazi *et al*., 2017) گزارش کردند استفاده از کنجاله پنبه دانه تخمیری، به‌جای کنجاله پنبه دانه، با ۱۰ و ۲۰ درصد در جیره غذایی، عملکرد جوجه‌های گوشتی را بهبود بخشید. چیانگ و همکاران (Chiang *et al*., 2009) گزارش کرد، استفاده از کنجاله کلزا تخمیری در تغذیه جوجه های گوشتی به‌طور معنی‌دار افزایش وزن را بهبود بخشید. سه دلیل اصلی برای توضیح بهبود عملکرد در جوجه‌های گوشتی تغذیه شده با کنجاله آفتابگردان تخمیری با استفاده از قارچ *پنی سیلیوم فونیکولسوم* در مقایسه با سایر تیمارها می‌توان بیان کرد. اصلی‌ترین دلیل مربوط به کاهش مقدار مواد ضدتغذیه‌ای در طی فرآیند تخمیر میکروبی می‌باشد (Yasar *et al*., 2018). دوم افزایش سطح کیفیت تغذیه‌ای خوراک تخمیری از طریق افزایش قابلیت هضم‌پذیری اسیدهای آمینه ضروری و سایر مواد مغذی مفید (نظیر پپتیدهای کوچک) (Sun *et al*., 2012) و نهایتاً، فراهم شدن بهداشت و سلامت دستگاه گوارش پرنده از طریق بهبود تعادل جمعیت میکروبی بەوسیله پی‌اچ پایین (به‌دلیل وجود اسید تولید شده در زمان تخمیر) می‌باشد (Niba *et al*., 2009). با توجه به نتایج تحقیق، کنجاله پنبه دانه تخمیری با استفاده از ریزجاندار *باسیلوس سوبتیلیس*، *آسپرژیلوس اوریزا* و *آسپرژیلوس نایجر* در خوراک مصرفی جوجه‌های گوشتی با جیره‌های حاوی ۱۰ و ۲۰ در صد کنجاله پنبه دانه تخمیری تفاوتی با خوراک مصرفی شاهد نداشت (Jazi *et al*., 2017).

جدول ۳- تأثیر تیمارهای آزمایشی بر افزایش وزن (گرم/روز پرنده)، مصرف خوراک (گرم/ روز پرنده)، ضریب تبدیل خوراک (گرم خوراک/گرم افزایش وزن) در جوجه‌های گوشتی

Table 3- Effect of experimental treatments on the weight gain (g/bird), feed intake (g/bird), feed conversion ratio (g feed/g gain) in broilers

موارد Items	تیمار Treatment CSBM[1]	SFM[2]	FAO[3]	FPF[4]	FAP[5]	SEM	P-value
	افزایش وزن (گرم: روز پرنده) Weight gain (g/days bird)						
۱ الی ۱۰ روزگی 1-10 days	15.4b[c]	14.6[c]	16.8[a]	16.4[ab]	16.7[a]	0.408	0.004
۱۱ الی ۲۴ روزگی 11-24 days	49.8[a]	43.5[b]	50.8[a]	51.3[a]	51.3[a]	1.40	0.003
۲۵ الی۳۹ روزگی 25-39 days	107[b]	98[c]	105[b]	109[a]	103[b]	1.73	0.001
۱-۳۹ روزگی 1-39 days	57.6[a]	52.1[b]	57.6[a]	59.2[a]	57.1[a]	0.689	0.0001
	مصرف خوراک (گرم:روزپرنده) Feed intake (g/days bird)						
۱ الی ۱۰ روزگی 1-10 days	19.9	19.4	20.6	20.0	20.8	0.604	0.526
۱۱ الی ۲۴ روزگی 11-24 days	91.4	96.3	94.6	94.9	91.1	1.67	0.158
۲۵ الی ۳۹ روزگی 25-39 days	194	188	180	197	176	5.63	0.065
۱-۳۹ روزگی 1-39 days	102[ab]	102[abc]	98.4[bc]	104[a]	96.2[c]	1.80	0.039
	ضریب تبدیل خوراک (گرم:گرم) Feed conversion ratio (g:g)						
۱ الی ۱۰روزگی 1-10 days	1.29	1.33	1.22	1.21	1.24	0.033	0.124
۱۱ الی ۲۴ روزگی 11-24 days	1.84[b]	2.21[a]	1.86[b]	1.85[b]	1.77[b]	0.041	0.0001
۲۵ الی ۳۹ روزگی 25-39 days	1.81[b]	1.92[a]	1.71[b]	1.80[ab]	1.70[b]	0.051	0.048
۱-۳۹ روزگی 1-39 days	1.77[b]	1.94[a]	1.70[b]	1.76[b]	1.68[b]	0.033	0.0002

[a b c] در هر ردیف، میانگین‌هایی که حرف لاتین مشترک ندارند، دارای اختلاف معنی‌داری در سطح ۰/۰۵ می‌باشد.

SEM: انحراف معیار میانگین‌ها

CSBM[۱]: جیره پایه (شاهد) SFM[۲]: جیره حاوی کنجاله آفتابگردان (شاهد منفی) FAO[۳]: جیره حاوی کنجاله آفتابگردان تخمیری با *قارچ آسپرژیلوس اوریزا (آسپرژیلوس اوریزا)* FPF[۴]: جیره حاوی کنجاله آفتابگردان تخمیری با قارچ *پنی سیلیوم فونیکولوسوم(پنی سیلیوم فونیکولوسوم)* FAP[۵]: جیره حاوی کنجاله آفتابگردان تخمیری از قارچ‌های *آسپرژیلوس اوریزا و پنی سیلیوم فونیکولسوم (آسپرژیلوس اوریزا+ پنی‌سیلیوم فونیکولسوم)*

[a,b,c] Means within same row with different superscripts differ (P<0.05).
SEM: pooled standard error of mean.
CSBM[1]: Positive control ؛ SFM[2]: Negative control؛ FAO[3]: Fermented *Aspergillus Oryzae*؛ FPF[4]: Fermented with *Penicillium Funiculosum* ؛FAP[5]: Fermented with *Aspergillus Oryzae* and *Penicillium Funiculosum.*

فازهی و هم‌کاران (Fazhi *et al.*, 2011) بیان کردند میزان خوراک مصـرفی اردک‌های که با ۱۰۰درصـد کنجاله کلزا تخمیری با کمک باکترهای *لاکتوباسیلوس پلانتاروم و باسیلوس سوبتیلیس* تغذیه شده بودند نسبت به تیمار حاوی کنجاله سویا به‌طور جزئی بیشتر بود.

علت بهبود کیفیت مواد مغذی خوراک های تخمیری مانند افزایش قابلیت هضم اسیدهای آمینه ضروری و سایر مواد مغذی عملکردی مانند پپتیدهای کوچک و آنزیم‌ها پس از تخمیر باشد (Teng *et al.*, 2012). فلاح و همکـاران (Falah et al., 2016) گزارش کردنـد

جایگزینی کنجاله سویای تخمیری با کنجاله سویای خام موجب کاهش مصرف خوراک در جوجه‌های گوشتی می‌گردد که علت آن را کاهش خوش‌خوراکی جیره‌های حاوی کنجاله سویای تخمیری به‌دلیل تغییر رنگ، بو و طعم کنجاله سویا پس از تخمیر نسبت داد. همچنین انگبرگ و همکاران (Engberg *et al*., 2009) گزارش کردند جایگزینی خوراک‌های پروتئینی تخمیر شده به‌جای خوراک معمولی جذابیت کمتری برای تمامی پرندگان با سرعت رشد بالا داشته و در نتیجه، سبب کاهش مصرف خوراک، رفتارهای پرخاشگرانه و پر و بال‌های نامرغوب می‌گردد. به‌طور مشابه، توزون و همکاران (Tüzün *et al*., 2020) بیان کردند، ضریب تبدیل خوراک بلدرچین در حال رشد با افزایش سطح کنجاله آفتابگردان در جیره غذایی به‌صورت خطی افزایش می‌یابد. به همین ترتیب، مطالعه دآرائوخو و همکاران (DeAraujo *et al*., 2014) گزارش کردند، استفاده از کنجاله آفتابگردان در تغذیه جوجه‌های گوشتی با سطح هشت درصد موجب بدتر شدن ضریب تبدیل خوراک می شوند. سویه‌های جوجه گوشتی کنونی از سرعت رشد بالایی برخوردار بوده و نیاز به جیره غذایی با قابلیت هضم زیاد و ارزش غذایی زیاد را می‌طلبد. کنجاله آفتابگردان دارای محتوای فیبر بالایی است (الیاف نامحلول در شوینده خنثی=۴۵/۱۹ درصد)، که بر جذب مغذی تأثیر منفی می‌گذارد و در نتیجه موجب کاهش عملکرد می‌شود (DeAraujo *et al*., 2014). همسو با نتایج تحقیق، جزی و همکاران (Jazi *et al*., 2017) ضریب تبدیل خوراک، در تیمارهای که جیره غذایی شاهد و جیره‌های غذایی حاوی ۱۰ و ۲۰ درصد کنجاله پنبه دانه تخمیری مصرف کردند، به‌طور قابل توجهی مطلوب‌تر از گروه‌های دریافت‌کننده جیره‌های غذایی حاوی کنجاله پنبه دانه بود.

نتایج مربوط به تأثیر تیمارهای آزمایشی بر کشت میکروبی در جدول ۴ ارائه شده است. با توجه به نتایج کشت میکروبی در قسمت ایلئوم نیز باکتری کلی‌فرم در تیمارهای FAP، FAO و SFM (P<۰/۰۵) نسبت به شاهد کاهش داشت، ولی تیمار FPF نسبت به سایر تیمارها افزایش (P<۰/۰۵) داشت.

جدول ٤- اثر تیمارهای آزمایشی بر میزان پی‌اچ و جمعیت میکروبی ایلئوم (log_{10} cfu/g) در جوجه‌های گوشتی

Table 4- Effects of fermented Sunflower meal on pH and bacteria counts in the Ileum of broilers. (log_{10} cfu/g)

ایلئوم Ileum	تیمار Treatment					SEM	P-value
	CSBM[1]	SFM[2]	FAO[3]	FPF[4]	FAP[5]		
pH	6.59	5.88	6.13	6.30	5.73	0.329	0.419
باکتری کل بی هوازی Total anaerobic bacteria (log_{10} cfu/g)	5.95	6.02	6.60	6.84	6.19	0.493	0.664
لاکتوباسیلوس Lactobacillus (log_{10} cfu/g)	6.70	5.67	5.30	6.85	6.34	0.424	0.111
کلی فرم Coliform (log_{10} cfu/g)	5.30^{b}	5.00^{c}	5.15^{bc}	5.73^{a}	5.15^{bc}	0.077	0.0005

$^{a\ b\ c}$ در هر ردیف، میانگین‌هایی که حرف لاتین مشترک ندارند، دارای اختلاف معنی‌داری در سطح ۰/۰۵ می‌باشد.

SEM: انحراف معبار میانگین‌ها

CSBM[۱]: جیره پایه (شاهد) SFM[۲]: جیره حاوی کنجاله آفتابگردان (شاهد منفی) FAO[۳]: جیره حاوی کنجاله آفتابگردان تخمیری با *قارچ‌آسپرژیلوس اوریزا (آسپرژیلوس اوریزا)* FPF[۴]: جیره حاوی کنجاله آفتابگردان تخمیری با قارچ *پنی سیلیوم فونیکولا سوم(پنی سیلیوم فونیکولا سوم)* FAP[۵]: جیره حاوی کنجاله آفتابگردان تخمیری از قارچ‌های *آ سپرژیلوس اوریزا* و *پنی سیلیوم فونیکولسوم (آسپرژیلوس اوریزا+ پنی‌سیلیوم فونیکولسوم)*

^{a,b,c} Means within same row with different superscripts differ (P<0.05).

SEM: pooled standard error of mean.

CSBM[1]: Positive control ؛ SFM[2]: Negative control؛ FAO[3]: Fermented *Aspergillus Oryzae*؛ FPF[4]: Fermented with *Penicillium Funiculosum* ؛FAP[5]: Fermented with *Aspergillus Oryzae* and *Penicillium Funiculosum.*

فعالیت میکروبی در سیستم روده نقش مهمی در عملکرد و سلامت عمومی جوجه‌های گوشتی دارد (Niba *et al*.,2009). در تحقیقی، تأثیر خوراک‌های تخمیر شده بر میکروفلور دستگاه گوارش مرغ های تخم گذار مورد بررسی قرار گرفت، تغذیه خوراک های تخمیری در مرغ‌های تخم‌گذار سبب کاهش باکتری‌های *کلی‌فرم* در ایلئوم می‌شود (Engberg *et al*., 2009). تغذیه خوراک تخمیری بر فعالیت میکروبی دستگاه گوارش تأثیر می‌گذارد. پی‌اچ بالاتر و غلظت کمتر ATP در ایلئوم و روده کور طیوری که از خوراک تخمیر شده تغذیه می‌شوند، نشان‌دهنده کاهش فعالیت میکروبی در این مناطق است. توضیح احتمالی این امر فقدان بسترهای قابل تخمیر، به‌ویژه قندهایی است که قبلاً در خوراک تخمیر شده است. قابلیت هضم مواد مغذی بهبود یافته نیز ممکن است به مقادیر کمتر سوبسترا موجود برای رشد باکتری کمک کند. مقدار کمتر سوبسترا در خوراک تخمیری، توسط تعداد کمتری از باکتری‌های بی‌هوازی در ایلئوم و

روده کور و باکتری‌های اسید لاکتیک در محتوای روده کور منعکس می‌شود (Engberg *et al*., 2009). در نتیجه، حذف و یا کاهش جمعیت میکروبی مضر از دستگاه گوارش می‌تواند با افزایش قابلیت دسترسی و هضم و جذب مواد مغذی برای میزبان، شرایط لازم برای رسیدن به حداکثر پتانسیل رشد را فراهم نماید. شایان ذکر است که پس از فرآیند تخمیر میکروبی، محصول نهایی با کشت زنده میکروب‌های حاوی اسید لاکتیک پروبیوتیک غنی شد که می‌تواند دستگاه گوارش طیور را آلوده کند. باکتری‌های اسید لاکتیکی با تولید اسیدهای چرب فرار و باکتریوسین‌ها شرایطی را برای رشد باکتری‌های نامطلوب از جمله سویه‌های باکتری‌های بیماری‌زا ایجاد می‌کند (Chachaj *et al*., 2019).

نتایج مربوط به تأثیر تیمارهای آزمایشی بر فراسنجه‌های خونی در جدول ۵ ارائه شده است. باتوجه به نتایج در ۳۹ روزگی استفاده از کنجاله آفتابگردان تخمیری و خام موجب افزایش میزان HDL-c ($P<0.05$) در تیمارهای SFM و FAP شد. همچنین میزان LDL-c در تیمار FAO و FPF ($P<0.05$) افزایش یافت.

جدول ۵- تأثیر کنجاله آفتابگردان تخمیر شده بر شاخص‌های خونی جوجه‌های گوشتی

Table 5- Effects of fermented Sunflower meal on Blood indices of broilers

موارد Item	تیمار Treatment CSBM[1]	SFM[2]	FAO[3]	FPF[4]	FAP[5]	SEM	P-value
۳۹روزگی 39 days							
گلوکز (میلی گرم/دسی لیتر) Glucose (mg/dl)	200	198	203	200	203	8.23	0.992
ترگلیسیرید (میلی گرم/دسی لیتر) Triglycerides (mg/dl)	40.0	41.6	41.4	42.2	36.2	3.24	0.694
کلسترول (میلی گرم/دسی لیتر) Cholesterol (mg/dl)	213	217	216	232	206	6.90	0.144
لیپوپروتئین با چگالی بالا (میلی گرم/دسی لیتر) HDL-c (mg/dl)	38.1^{c}	48.9^{a}	37.2^{c}	40.5^{bc}	45.2^{ab}	198	0.001
لیپوپروتئین با چگالی بسیار کم (میلی گرم/دسی لیتر) VLDL-c (mg/dl)	8.00	8.32	8.28	8.44	7.24	0.648	0.694
لیپوپروتئین با چگالی کم (میلی گرم/دسی لیتر) LDL-c (mg/dl)	167^{b}	161^{b}	172^{ab}	195^{a}	145^{b}	8.44	0.008

$^{a\,b\,c}$ در هر ردیف، میانگین‌هایی که حرف لاتین مشترک ندارند، دارای اختلاف معنی‌داری در سطح ۰/۰۵ می‌باشد.

SEM= انحراف معبار میانگین‌ها

CSBM[۱]: جیره پایه (شاهد) SFM[۲]: جیره حاوی کنجاله آفتابگردان (شاهد منفی) FAO[۳]: جیره حاوی کنجاله آفتابگردان تخمیری با *قارچ‌آسپرژیلوس اوریزا (آسپرژیلوس اوریزا)* FPF[۴]: جیره حاوی کنجاله آفتابگردان تخمیری با قارچ *پنی سیلیوم فونیکولا سوم(پنی سیلیوم فونیکولا سوم)* FAP[۵]: جیره حاوی کنجاله آفتابگردان تخمیری از قارچهای *آ سپرژیلوس اوریزا* و *پنی سیلیوم فونیکولسوم (آسپرژیلوس اوریزا+ پنی‌سیلیوم فونیکولسوم)*

^{a,b,c} Means within same row with different superscripts differ (P<0.05).
SEM: pooled standard error of mean.
CSBM[1]: Positive control ؛ SFM[2]: Negative control؛ FAO[3]: Fermented *Aspergillus Oryzae*؛ FPF[4]: Fermented with *Penicillium Funiculosum* ؛FAP[5]: Fermented with *Aspergillus Oryzae* and *Penicillium Funiculosum.*

پارامترهای بیوشیمیایی خون می‌تواند عملکرد و متابولیسم مواد مغذی را نشان دهد. مشابه با نتایج، هو و همکاران (Hu *et al*., 2016) گزارش کردند تغذیه جوجه‌های گوشتی با کنجاله کلزا تخمیری موجب کاهش کلسترول می‌شود. دو دلیل برای توضیح کاهش غلظت کلسترول خون جوجه‌های گوشتی تغذیه شده با خوراک‌های تخمیری پیشنهاد شده است. اول، اسیدلاکتیک با مهار فعالیت آنزیم ۳- هیدروکسی- ۳- متیل- گلوتاریل- coA، مقدار سنتز کلسترول را کاهش می‌دهد دوم، تولید اسیدهای چرب با زنجیره کوتاه، به‌ویژه پروپیونات توسط باکتری‌های *لاکتوباسیلوس*، سنتز کلسترول کبدی را محدود می‌کند (Ashayerizadeh *et al*., 2018). سمبراتوویچ و همکاران (Sembratowicz *et al*., 2020) گزارش کردند، تغذیه بوقلمون ها با کنجاله سویا تخمیری موجب افزایش لیپوپروتئین با چگالی بالا می‌شود. افزایش مشاهده شده در لیپوپروتئین با چگالی بالا در خون جوجه‌های تغذیه شده با کنجاله سویای

تخمیری ممکن است اثر تحریک سیستم آنتی‌اکسیدانی و در نتیجه، سرکوب فرآیندهای اکسیداسیون لیپید باشد (Sembratowicz *et al*., 2020).

نتیجه‌گیری کلی

تخمیر کنجاله آفتابگردان موجب بهبود اسیدآمینه‌کل، پروتئین خام و کاهش پی‌اچ خوراک تخمیری شده همچنین تغذیه جوجه‌های گوشتی با کنجاله آفتابگردان تخمیری موجب بهبود افزایش وزن و ضریب تبدیل خوراک، نسبت به کنجاله آفتابگردان خام شده است و همچنین با شاهد نیز تفاوتی نداشته است. لذا، استفاده از کنجاله آفتابگردان تخمیری جایگزین مناسبی برای کنجاله سویا در جیره جوجه‌های گوشتی می‌تواند باشد.

References

1. Adebo, O. A., & Gabriela Medina-Meza, I. (2020). Impact of fermentation on the phenolic compounds and antioxidant activity of whole cereal grains: A mini review. *Molecules*, *25*(4),927. https://doi.org/10.3390/molecules25040927
2. Alagawany, M., Attia, A.I., Ibrahim, Z.A., Mahmoud, R.A., & El-Sayed, S.A. (2017). The effectiveness of dietary sunflower meal and exogenous enzyme on growth, digestive enzymes, carcass traits, and blood chemistry of broilers. *Environmental Science and Pollution Research*, *24*(13),12319-12327. http://dx.doi.org/ 10.1007/s11356-017-8934-4
3. Alagawany, M., Farag, M. R., Abd El-Hack, M. E., & Dhama, K. (2015). The practical application of sunflower meal in poultry nutrition. *Advances in Animal and Veterinary Sciences*, 3(12), 634-648. http://dx.doi.org/10.14737/journal.aavs/2015/3.12.634.648
4. Aljubori, A., Idrus, Z., Soleimani, A. F., Abdullah, N., & Juan Boo, L. (2017). Response of broiler chickens to dietary inclusion of fermented canola meal under heat stress condition. *Italian Journal of Animal Science*, 16(4), 546-551. https://doi.org/10.1080/1828051X.2017.1292830
5. Altop, A., Güngör, E., & Erener, G. (2018). Aspergillus niger may improve nutritional quality of grape seed and its usability in animal nutrition through solid-state fermentation. *International Advanced Researches and Engineering Journal*, 2(3), 273-277.
6. Ashayerizadeh, A., Dastar, B., Shargh, M. S., Mahoonak, A. S., & Zerehdaran, S. (2018). Effects of feeding fermented rapeseed meal on growth performance, gastrointestinal microflora population, blood metabolites, meat quality, and lipid metabolism in broiler chickens. *Livestock Science*, 216, 183-190. https://doi.org/10.1016/j.livsci.2018.08.012
7. Association of Official Analytical Chemists (AOAC)., (2000). Official Method of Analysis of AOAC International 17th ed.
8. Beauvais, A., Fontaine, T., Aimanianda, V., & Latgé, J. P. (2014). Aspergillus cell wall and biofilm. *Mycopathologia*, 178, 371-377. https://doi.org/10.1007/s11046-014-9766-0
9. Boroojeni, F. G., Senz, M., Kozłowski, K., Boros, D., Wisniewska, M., Rose, D., Manner, k., & Zentek, J. (2017). The effects of fermentation and enzymatic treatment of pea on nutrient digestibility and growth performance of broilers. *Animal*, 11(10), 1698-1707. https://doi.org/10.1017/S1751731117000787
10. Bradford, M. M. (1976). A rapid and sensitive method for the quantitation of microgram quantities of protein utilizing the principle of protein-dye binding. *Analytical Biochemistry*, 72(1-2), 248-254. https://doi.org/10.1007/s11046-014-9766-0
11. Cao, F. L., Zhang, X. H., Yu, W. W., Zhao, L. G., & Wang, T. (2012). Effect of feeding fermented Ginkgo biloba leaves on growth performance, meat quality, and lipid metabolism in broilers. *Poultry Science*, 91(5), 1210-1221. https://doi.org/10.3382/ps.2011-01886
12. Chachaj, R., Sembratowicz, I., Krauze, M., Stępniowska, A., Rusinek-Prystupa, E., Czech, A., ... & Ognik, K. (2019). The effect of fermented soybean meal on performance, biochemical and immunological blood parameters in turkeys. *Annals of Animal Science*, 19(4), 1035-1049. https://doi.org/ 10.2478/aoas-2019-0040
13. Chiang, G., Lu, W. Q., Piao, X. S., Hu, J. K., Gong, L. M., & Thacker, P. A. (2009). Effects of feeding solid-state fermented rapeseed meal on performance, nutrient digestibility, intestinal ecology and intestinal morphology of broiler chickens. *Asian-Australasian Journal of Animal Sciences*, 23(2), 263-271.
14. De Araújo, W. A. G., Albino, L. F. T., Rostagno, H. S., Hannas, M. I., Pessoa, G. B. S., Messias, R. K. G., ... & Ribeiro Jr, V. (2014). Sunflower meal and enzyme supplementation of the diet of 21-to 42-d-old broilers. *Brazilian Journal of Poultry Science*, 16, 17-24. https://doi.org/10.1590/1516-635x160217-24
15. Drażbo, A., Ognik, K., Zaworska, A., Ferenc, K., & Jankowski, J. (2018). The effect of raw and fermented rapeseed cake on the metabolic parameters, immune status, and intestinal morphology of turkeys. *Poultry Science*, 97(11), 3910-3920. https://doi.org/10.3382/ps/pey250
16. Düsterhöft, E. M., Posthumus, M. A., & Voragen, A. G. J. (1992). Non- starch polysaccharides from sunflower (Helianthus annuus) meal and palm- kernel (Elaeis guineensis) meal—investigation of the structure of major

polysaccharides. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 59(2), 151-160. https://doi.org/10.1002/jsfa.2740590204

17. Engberg, R. M., Hammersh∅ J, M., Johansen, N. F., Abousekken, M. S., Steenfeldt, S., & Jensen, B. B. (2009). Fermented feed for laying hens: effects on egg production, egg quality, plumage condition and composition and activity of the intestinal microflora. *British Poultry Science*, 50(2), 228-239. https://doi.org/10.1080/0007166090273672
18. Falah, M., Dastar, B., Ganji, F., & Ashayerizadeh, A. (2016). Effects of fermented soybean meal and dietary protein level on performance and gasterointestinal microbial population in broiler chickens. *Animal Sciences Journal*, 28(109), 53-66.(In Persian)
19. Fazhi, X., Lvmu, L., Jiaping, X., Kun, Q., Zhide, Z., & Zhangyi, L. (2011). Effects of fermented rapeseed meal on growth performance and serum parameters in ducks. *Asian-Australasian Journal of Animal Sciences*, 24(5), 678-684.
20. Gomi, K., (2014). Aspergillus oryzae. Encyclopedia of food microbiology, 92-96.
21. Gungor, E., Altop, A., & Erener, G. (2021). Effect of raw and fermented grape pomace on the growth performance, antioxidant status, intestinal morphology, and selected bacterial species in broiler chicks. *Animals*, 11(2), 364. https://doi.org/10.3390/ani11020364
22. Hassaan, M. S., Soltan, M. A., Mohammady, E. Y., Elashry, M. A., El-Haroun, E. R., & Davies, S. J. (2018). Growth and physiological responses of Nile tilapia, Oreochromis niloticus fed dietary fermented sunflower meal inoculated with Saccharomyces cerevisiae and Bacillus subtilis. *Aquaculture*, 495, 592-601. https://doi.org/10.3390/ani11020364
23. Hosseini, S. J., Kermanshahi, H., Nassirimoghaddam, H., Nabipour, A., Mirakzeh, M. T., Saleh, H., & Kazemifard, M. (2016). Effects of 1.25-dihydroxycholecalciferol and hydroalcoholic extract of Withania coagulans fruit on bone mineralization and mechanical and histological properties of male broiler chickens. *Brazilian Journal of Poultry Science*, 18, 73-86. https://doi.org/10.1590/18069061-2015-0016
24. Hu, Y., Wang, Y., Li, A., Wang, Z., Zhang, X., Yun, T., ... & Yin, Y. (2016). Effects of fermented rapeseed meal on antioxidant functions, serum biochemical parameters and intestinal morphology in broilers. *Food and Agricultural Immunology*, 27(2), 182-193. https://doi.org/10.1080/09540105.2015.1079592
25. Jazi, V., Boldaji, F., Dastar, B., Hashemi, S. R., & Ashayerizadeh, A. (2017). Effects of fermented cottonseed meal on the growth performance, gastrointestinal microflora population and small intestinal morphology in broiler chickens. *British Poultry Science*, 58(4), 402-408. http://dx.doi.org/10.1080/00071668.2017.1315051
26. Karkelanov, N., Chobanova, S., Dimitrova, K., Whiting, I. M., Rose, S. P., & Pirgozliev, V. (2020). Feeding value of de-hulled sunflower seed meal for broilers. *Acta Agrophysica*, (27), 31-38. https://doi.org/10.31545/aagr/126566
27. Khakwani, A. A., Noor, S. H. A. R. I. F., Sadiq, M. U. H. A. M. M. A. D., Awan, I. U., Munir, M. U. H. A. M. M. A. D., Baloch, M. S., ... & Bakhsh, I. M. A. M. (2014). Impact of plant densities and NPK fertilization on growth and optimum economic return of sunflower. *Sarhad Journal of Agriculture*, 30(2), 157-164.
28. Maeda, R. N., da Silva, M. M. P., Santa Anna, L. M. M., & Pereira, N. (2010). Nitrogen source optimization for cellulase production by Penicillium funiculosum, using a sequential experimental design methodology and the desirability function. *Applied Biochemistry and Biotechnology*, 161, 411-422. https://doi.org/ 10.1007/s12010-009-8875-6
29. McCready, R. M., Guggolz, J., Silviera, V., & Owens, H. S. (1950). Determination of starch and amylose in vegetables. *Analytical Chemistry*, 22(9), 1156-1158. https://doi.org/10.1021/ac60045a016
30. Meda, A., Lamien, C. E., Romito, M., Millogo, J., & Nacoulma, O. G. (2005). Determination of the total phenolic, flavonoid and proline contents in Burkina Fasan honey, as well as their radical scavenging activity. *Food Chemistry*, 91(3), 571-577. https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2004.10.006
31. Moghaddam, H. N., Salari, S., Arshami, J. A. V. D., Golian, A., & Maleki, M. O. H. S. E. N. (2012). Evaluation of the nutritional value of sunflower meal and its effect on performance, digestive enzyme activity, organ weight, and histological alterations of the intestinal villi of broiler chickens. *Journal of Applied Poultry Research*, 21(2), 293-304. https://doi.org/10.3382/japr.2011-00396
32. Nasseri, A. T., Rasoul-Amini, S., Morowvat, M. H., & Ghasemi, Y. (2011). Single cell protein: production and process. *American Journal of food Technology*, 6(2), 103-116.
33. Niba, A. T., Beal, J. D., Kudi, A. C., & Brooks, P. H. (2009). Bacterial fermentation in the gastrointestinal tract of non-ruminants: influence of fermented feeds and fermentable carbohydrates. *Tropical Animal Health and Production*, 41, 1393-1407. https://doi.org/ 10.1007/s11250-009-9327-6
34. Oseni, O. A., & Akindahunsi, A. A. (2011). Some phytochemical properties and effect of fermentation on the seed of Jatropha curcas L. *American Journal of food Technology*, 6(2), 158-165.
35. Paulová, L., Patáková, P., & Brányik, T. (2013). Advanced fermentation processes. *Engineering aspects of food biotechnology*, 89-110.
36. Pirsaraei, Z. A., Saki, A. A., Kazemi Fard, M., & Saleh, H. (2011). Effect of dietary tallow level on broiler breeder performance and hatching egg characteristics. *Journal of Animal and Veterinary. Advances*, 10, 1287-1291.

37. Rai, A. K., Swapna, H. C., Bhaskar, N., Halami, P. M., & Sachindra, N. M. (2010). Effect of fermentation ensilaging on recovery of oil from fresh water fish viscera. *Enzyme and Microbial Technology*, 46(1), 9-13. https://doi.org/10.1016/j.enzmictec.2009.09.007
38. Salar, R. K., Purewal, S. S., & Bhatti, M. S. (2016). Optimization of extraction conditions and enhancement of phenolic content and antioxidant activity of pearl millet fermented with Aspergillus awamori MTCC-548. *Resource-Efficient Technologies*, 2(3), 148-157. https://doi.org/10.1016/j.reffit.2016.08.002
39. SAS. (2004). Statistical Analysis Systems, Version 9.2. SAS Institute, Cary, NC, USA.
40. Sembratowicz, I., Chachaj, R., Krauze, M., & Ognik, K. (2020). The effect of diet with fermented soybean meal on blood metabolites and redox status of chickens. *Annals of Animal Science*, 20(2), 599-611. https://doi.org/10.2478/aoas-2020-0009
41. Senkoylu, N., & Dale, N. (2006). Nutritional evaluation of a high-oil sunflower meal in broiler starter diets. *Journal of Applied Poultry Research*, 15(1), 40-47. https://doi.org/10.1093/japr/15.1.40
42. Soest, P. V. (1963). Use of detergents in the analysis of fibrous feeds. II. A rapid method for the determination of fiber and lignin. *Journal of the Association of Official Agricultural Chemists*, 46(5), 829-835. https://doi.org/10.1093/jaoac/46.5.829
43. Sukumaran, R. K., Singhania, R. R., Mathew, G. M., & Pandey, A. (2009). Cellulase production using biomass feed stock and its application in lignocellulose saccharification for bio-ethanol production. *Renewable Energy*, 34(2), 421-424. https://doi.org/10.1016/j.renene.2008.05.008
44. Sun, H., Tang, J. W., Yao, X. H., Wu, Y. F., Wang, X., & Feng, J. (2012). Improvement of the Nutritional Quality of Cottonseed Meal by Bacillus subtilis and the Addition of Papain. *International Journal of Agriculture & Biology*, 14(4).
45. Teng, D., Gao, M., Yang, Y., Liu, B., Tian, Z., & Wang, J. (2012). Bio-modification of soybean meal with Bacillus subtilis or Aspergillus oryzae. *Biocatalysis and Agricultural Biotechnology*, 1(1), 32-38. https://doi.org/10.1016/j.bcab.2011.08.005
46. Tüzün, A. E., Olgun, O., Yıldız, A. Ö., & Şentürk, E. T. (2020). Effect of different dietary inclusion levels of sunflower meal and multi-enzyme supplementation on performance, meat yield, ileum histomorphology, and pancreatic enzyme activities in growing quails. *Animals*, 10(4), 680. https://doi.org/10.3390/ani10040680
47. Waititu, S. M., Sanjayan, N., Hossain, M. M., Leterme, P., & Nyachoti, C. M. (2018). Improvement of the nutritional value of high-protein sunflower meal for broiler chickens using multi-enzyme mixtures. *Poultry Science*, 97(4), 1245-1252. https://doi.org/10.3382/ps/pex418
48. Yano, Y., Oikawa, H., & Satomi, M. (2008). Reduction of lipids in fish meal prepared from fish waste by a yeast Yarrowia lipolytica. *International Journal of Food Microbiology*, 121(3), 302-307. https://doi.org/10.1016/j.ijfoodmicro.2007.11.012
49. Yasar, S., uysal, C., & tosun, R. (2018). Nutritional Fortification of Sunflower Meal by Bacillus Subtilis ATCC PTA-6737 Fermentation. Bulletin of the University of Agricultural Sciences & Veterinary Medicine Cluj-Napoca. *Animal Science & Biotechnologies*, 75(2). https://doi.org/10.15835/buasvmcn-asb:2018.0008
50. Yemm, E. W., Cocking, E. C., & Ricketts, R. E. (1955). The determination of amino-acids with ninhydrin. *Analyst*, 80(948), 209-214. https://doi.org/10.1039/AN9558000209